

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 06-153255

(43)Date of publication of application : 31.05.1994

(51)Int.Cl.

H04Q 7/04

H04B 7/26

(21)Application number : 04-296007

(71)Applicant : N T T IDOU TSUUSHINMOU KK

(22)Date of filing : 05.11.1992

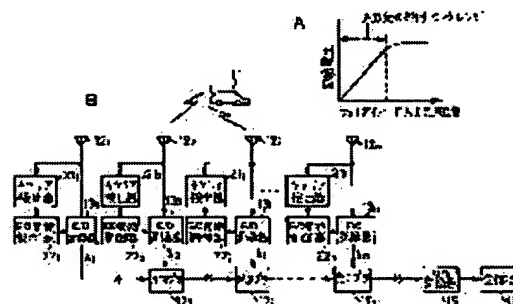
(72)Inventor : TARUSAWA YOSHIKI  
NOJIMA TOSHIO

## (54) OPTICAL FIBER TRANSMITTER FOR RADIO SIGNAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate a dead band zone such as a tunnel and to constitute the transmitter at a low cost.

CONSTITUTION: A radio signal from a mobile equipment 11 is received by any of antennas 121-12n and the reception is detected by any of carrier detectors 211-21n, an output of the detectors 211-21n is fed to E/O conversion controllers 221-22n and a corresponding converter of E/O converters 131-13n is active while any of the E/O conversion controllers 221-22n receiving the carrier presence detection output and its output is in existence. The E/O converters 131-13n convert the reception radio signal of the antennas 121-12n into an optical signal whose wavelength is any of  $\lambda_1$ - $\lambda_n$ . The converters 131-13n are coupled with an optical fiber 14 by photocouplers 172-17n and the optical signal sent to an object through the optical fiber 14 is converted into an electric signal by an O/E converter 15 and the electric signal is fed to a radio receiver 16. The wavelengths  $\lambda_1$ - $\lambda_n$  are selected so that the frequency of an interference light of the optical signal whose wavelengths are  $\lambda_1$ - $\lambda_n$  is set to the outside of the reception band of the receiver 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.10.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2879840

[Date of registration]

29.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-153255

(43) 公開日 平成6年(1994)5月31日

|                            |      |           |     |        |
|----------------------------|------|-----------|-----|--------|
| (51) Int. Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号    | F I | 技術表示箇所 |
| H04Q 7/04                  |      | A 7304-5K |     |        |
| H04B 7/26                  | 104  | A 7304-5K |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数2 (全5頁)

(21) 出願番号 特願平4-296007

(22) 出願日 平成4年(1992)11月5日

(71) 出願人 392026693

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社  
東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72) 発明者 垂澤 芳明

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(72) 発明者 野島 俊雄

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

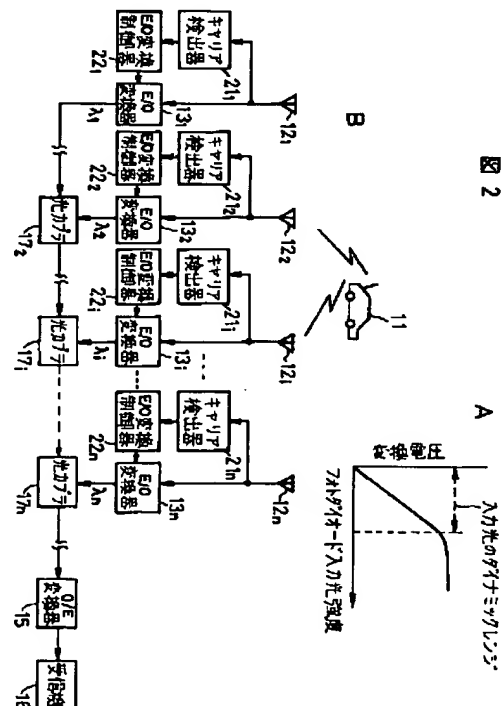
(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 無線信号の光ファイバ伝送装置

(57) 【要約】

【目的】 トンネルのような不感地帯をなくし、かつ安価に構成する。

【構成】 移動機11からの無線信号はアンテナ12<sub>i</sub>、～12<sub>n</sub>の何れかに受信され、その受信はキャリア検出器21<sub>i</sub>、～21<sub>n</sub>の何れかで検出され、検出器21<sub>i</sub>、～21<sub>n</sub>の出力はE/O変換制御器22<sub>i</sub>、～22<sub>n</sub>へ供給され、制御器22<sub>i</sub>、～22<sub>n</sub>中のキャリア有の検出出力が入力されたもののみがその出力がある間だけE/O変換器13<sub>i</sub>、～13<sub>n</sub>の対応するものを動作状態にする。E/O変換器13<sub>i</sub>、～13<sub>n</sub>はそれぞれアンテナ12<sub>i</sub>、～12<sub>n</sub>の受信無線信号を波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_n$ の光信号に変換する。変換器13<sub>i</sub>、～13<sub>n</sub>は光カプラ17<sub>i</sub>、～17<sub>n</sub>で光ファイバ14に結合入射され、光ファイバ14により目的地に伝送された光信号はO/E変換器15で電気信号に変換され、その電気信号は無線受信機16に供給される。波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_n$ の光信号の干渉光の周波数が受信機16の受信帯域外となるように $\lambda_1$ ～ $\lambda_n$ が選定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アンテナで受信した無線信号を光信号に変換し、その光信号を光ファイバで伝送し、その伝送された光信号を電気信号に変換して無線受信機へ供給する無線信号の光ファイバ伝送装置において、

上記アンテナで受信した無線信号を、波長の差の周波数が上記無線受信機の受信帯域外となるような、互いに異なる波長の光信号に変換する  $n$  個の電気光変換器 (E/O 変換器) と、

一本の光ファイバと、

上記  $n$  個の E/O 変換器の光出力のそれぞれを上記光ファイバに結合する光カプラと、

上記光ファイバを伝搬されて来た光信号を電気信号に変換する一つの光電気変換器 (O/E 変換器) と、  
を具備する無線信号の光ファイバ伝送装置。

【請求項 2】 上記アンテナで受信した無線信号の有無を検出するキャリア検出器と、そのキャリア検出器の無線信号検出情報を受けて、そのアンテナに接続された E/O 変換器の動作を無線信号検出時に動作させるように制御する E/O 変換制御器とを有することを特徴とする請求項 1 記載の無線信号の光ファイバ伝送装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば移動通信の分野において、トンネル等の電波の届かない場所 (不感地帯) に使用する中継器に適用され、複数の地点に存在する無線信号を一つの受信地点に伝送する無線信号の光ファイバ伝送装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 移動通信システムにおいて、地下街等の電波の届かない場所 (不感地帯) では、従来においては図 3 に示す様な無線信号の光ファイバ伝送装置が有効とされていた。この図は自動車等の移動機 11 側から無線基地局側に信号を伝送する場合に示している。即ち移動機 11 から発射された無線信号はアンテナ 12 で受信され、このアンテナ 12 に誘起した電気信号を適宜増幅して、その増幅した電気信号を電気光変換器 (E/O 変換器) 13 で光信号に変換する。この E/O 変換器 13 としてレーザーダイオード (LD) が一般的に使用され、

入力 of 電気信号の振幅に比例して光強度が変化する。このように光強度変調された光信号は光ファイバ 14 により所定の受信地点まで導かれる。  
【0003】 受信地点では、光電気変換器 (O/E 変換器) 15 により光信号を電気信号に変換する。O/E 変換器 15 としてはフォトダイオード (PD) を一般的に使用する。光から変換された電気信号はアンテナ 11 で受信した無線信号と同様であるから、この電気信号を無線受信機 16 に導き、適宜復調する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような無線信号の

光ファイバ伝送装置を使用して、不感地帯をなくすことができた。しかし、トンネルのように不感地帯が直線状に広がっている場合、図 3 に示した従来の無線信号の光ファイバ伝送装置ではトンネル内の不感地帯を一様に全てなくすことができなかった。

【0005】 このような不感地帯をなくすため、図 4 に示すように多数のアンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>j</sub> を使用してその不感地帯に沿って配列し、アンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>j</sub> の受信無線信号をそれぞれ O/E 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>j</sub> で波長  $\lambda_1$  ~  $\lambda_j$  の光信号に変換し、これら光信号を光ファイバ 14 に光カプラ 17<sub>i</sub> ~ 17<sub>j</sub> を介して結合させ、光ファイバ 14 により伝送された波長  $\lambda_1$  ~  $\lambda_j$  の光信号を受信地点で光分波器 18 で  $\lambda_1$  ~  $\lambda_j$  の各光信号に分波し、その分波された各信号を O/E 変換器 15<sub>i</sub> ~ 15<sub>j</sub> でそれぞれ電気信号に変換して受信機 16 へ供給する方法があった。しかし、高価な光分波器 18 を使用することや、O/E 変換器 15 を多数使用するため、装置全体を安価に構成することが困難であった。

【0006】 この発明の目的は、トンネルのように不感地帯が直線状に広がっていたり、不感地帯が曲っている場合でも、この不感地帯をなくすことができ、しかも安価に構成することができる無線信号の光ファイバ伝送装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 この発明によれば複数のアンテナが用いられて各部で無線信号を受信できるようにされ、これらアンテナの出力はそれぞれ E/O 変換器で互いに異なる波長の光信号に変換される。これら光信号は一本の光ファイバに結合され、この光ファイバが受信地点に導かれ、その光信号が 1 つの O/E 変換器で電気信号に変換されて無線受信機に供給される。前記互いに異なる波長は、これらの差の周波数が無線受信機の受信帯域から外れるように選ばれている。

【0008】 請求項 2 の発明によれば更に各アンテナに無線信号の有無を検出するキャリア検出回路が設けられ、その回路で無線信号が検出された時のみ対応する E/O 変換器を動作状態にする。

## 【0009】

【作用】 この構成の無線信号の光ファイバ伝送装置により、複数の地点から発射された無線信号を一つの受信点に集めることができる。さらに、それぞれの E/O 変換器の光の波長差を十分にとることによって、一つの O/E 変換器でも、光の波長差により発生するビートの影響を極めて少なくできる。このため、多数の O/E 変換器を使用しなくてすむ。さらに分波器が不要となる。

## 【0010】

【実施例】 図 1 A に請求項 1 の発明の実施例を示し、図 4 と対応する部分に同一符号を付けてある。移動機 11 から発射された無線信号は複数のアンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>j</sub> で受信する。これらアンテナ 11<sub>i</sub> ~ 11<sub>j</sub> で受信し

た信号はそれぞれ E/O 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>n</sub>。により波長  $\lambda_1$  ~  $\lambda_n$  の光信号に変換される。E/O 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>n</sub>。は従来と同様にレーザダイオード (LD) を使用する。したがって、アンテナで受信した無線信号は LD を駆動するのに十分な信号レベルに適宜増幅する。

$$V_{Ri}(t) = V_i(t) \sin \{ \omega_i t + \phi_i(t) \} \quad (1)$$

のように表わせる。ここで  $V_i(t)$  と  $\phi_i(t)$  はそれぞれ無線信号の振幅と位相であり、各種変調方式にしたがって時間的に変化する。図 1 B に示すように、

$$I_i(t) = I_{0i} + I_{Ai} \sin \{ \omega_i t + \phi_i(t) \} \quad (2)$$

のように表わせる。ここで、 $I_{Ai}$  は  $V_i(t)$  に比例した光信号の振幅である。

【0012】この光信号を結合度  $k_i$  の光ファイバ 17<sub>i</sub>

$$I_R(t) = \sum_{i=1}^n k_i I_i \quad (3)$$

のように表わせる。ここで、光ファイバ 17<sub>i</sub> の結合係数

$$I_R(t) = k \sum_{i=1}^n I_i \quad (4)$$

となり、さらに

$$I_R(t) = k \{ \sum_{i=1}^n I_{0i} + \sum_{i=1}^n I_{Ai} \} \quad (5)$$

のように表わせる。O/E 変換器 15 であるフォトダイオードは、前記 (5) 式に比例した電気信号を発生する。ここで (5) 式括弧内第 1 項に比例した電気信号出力は直流成分のみであり、無線信号は含まれない。これに対して第 2 項は  $n$  本のアンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>n</sub>。で受信した無線信号の和に比例した量である。したがって、PD の電気信号出力の交流成分を通常の無線信号受信機 16 に導くことにより、 $n$  本のアンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>n</sub>。で受信した無線信号を適宜復調できる。

$$f_B = c \left( \left( 1/\lambda_1 \right) + \left( 1/\lambda_2 \right) \right) \quad (6)$$

のように表わせる。ここで  $c$  は光の速度である。例えば、無線周波数として 800 MHz 帯 ~ 2 GHz 帯を想定した場合、 $\lambda_1$  を 850 nm、 $\lambda_2$  を 851 nm のように選べば、 $f_B$  は 414 GHz となる。このため、各 LD の発振波長を 1 nm 程度異なるように設定し、PD で電気信号に変換した後に 414 GHz 以上を遮断するハイパスフィルタを使用すれば、容易にビート信号による干渉を防げる。

【0014】図 2 の構成の場合、(5) 式に示す光信号が E/O 変換器 15 のフォトダイオード (PD) で電気信号に変換されるが、PD は入力光強度に比例した電圧を発生するので、 $n$  波の合成された無線信号を再生できる。PD を使用した O/E 変換器 15 の変換特性は図 2 A に示すように飽和特性を有する。したがって、(5) 式で示される光信号は図 2 A に示す特性中の線形範囲に入るようにしなければならない。もし、合成する光信号の数  $n$  が増えると光信号のダイナミックレンジ PD の線形範囲を超え、PD で再生した無線信号に相互変調歪を生じることになる。さらに、合成する光信号の数  $n$  が増えると各 E/O 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>n</sub>。で発生する雑音が増加し、雑音対信号特性が劣化する。

【0015】この点を解決するために、図 2 B に示すよ

各 LD からの光信号は光ファイバ 17<sub>i</sub> ~ 17<sub>n</sub>。で一本の光ファイバ 14 に結合する。

【0011】 $i$  番目のアンテナ 12<sub>i</sub> で受信した無線信号  $V_{Ri}(t)$  は

(1) 式で表わされる無線信号に比例した電流で LD を駆動し、光強度を変調するので、 $i$  番目の LD 光強度  $I_i(t)$  は

で光ファイバ 14 に結合する。したがって、O/E 変換器 15 であるフォトダイオード (PD) に入力される光信号  $I_R(t)$  は

が全て等しく、 $k_i = k$  とすれば、

【0013】次に、各 LD の発振波長の差が小さい場合、O/E 変換器 15 である PD の非線形により、無線周波数帯において波長差に相当したビート信号を発生する。したがって、このビート信号により無線信号が干渉を受け、無線信号を復調できなくなる可能性がある。これを、防ぐために、E/O 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>n</sub>。の各 LD の発振波長は十分に異なるように設定する。1 番目の LD の発振波長を  $\lambda_1$  とし、2 番目の LD の発振波長を  $\lambda_2$  とすると、ビート信号の周波数  $f_B$  は

うにアンテナ 12<sub>i</sub> ~ 12<sub>n</sub> にそれぞれキャリア検出器 21<sub>i</sub> ~ 21<sub>n</sub>。が接続され、キャリア検出器 21<sub>i</sub> ~ 21<sub>n</sub>。は無線信号が受信されるとこれを検出し、これらキャリア検出器 21<sub>i</sub> ~ 21<sub>n</sub>。の出力が E/O 変換制御器 22<sub>i</sub> ~ 22<sub>n</sub>。へそれぞれ供給され、E/O 変換制御器 22<sub>i</sub> ~ 22<sub>n</sub>。の出力でそれぞれ E/O 変換器 13<sub>i</sub> ~ 13<sub>n</sub>。が制御される。この制御により無線キャリアを受信したアンテナの E/O 変換器のみを動作させ、他の E/O 変換器の光の発光を停止する。これにより合成した光信号のダイナミックレンジが小さくおさえられる。E/O 変換器の光の発光を停止するには例えば、LD の駆動電流を断にする。

【0016】以上のような構成により受信アンテナの数を増やしても、相互変調歪を生じることなく無線信号を伝送できる。

【0017】

【発明の効果】以上の説明のように、この発明の構成によれば、トンネルや複雑な地形の地下街等においても不感地帯をなくすことができ、しかも光分波器を使用せず、かつ O/E 変換器を 1 個のみ使用すればよく、装置を安価に構成できる。さらに、請求項 2 の発明によれば多くの受信アンテナの接続が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 Aは請求項 1 の発明の実施例を示すブロック図、BはE/O変換器の変換特性を示す図である。

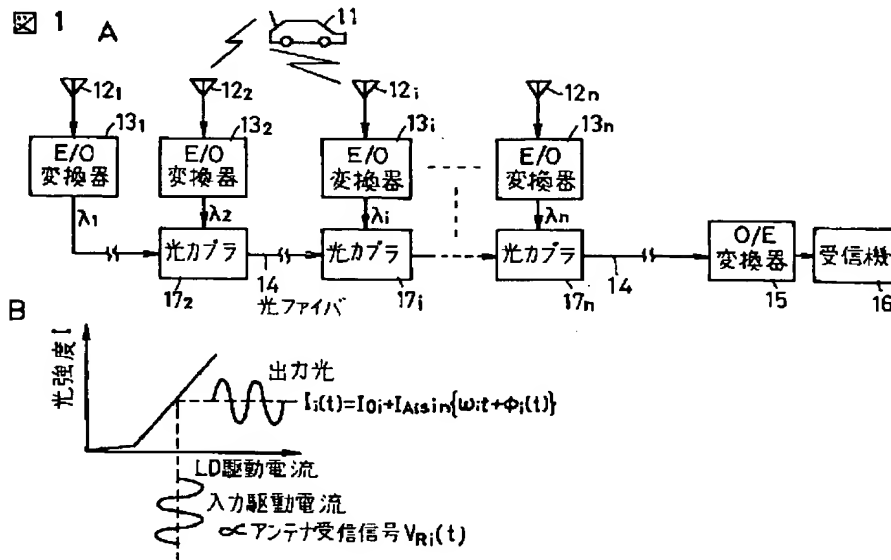
【図 2】 Aはフォトダイオード (PD) を使用したO/E変換器の変換特性を示す図、Bは請求項 2 の発明の実

施例を示すブロック図である。

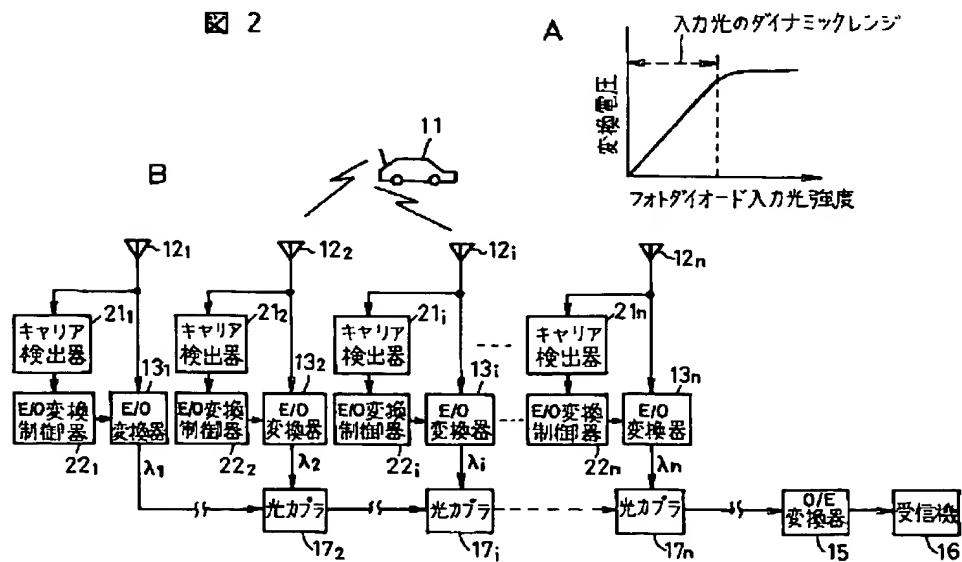
【図 3】 従来の無線信号の光ファイバ伝送装置を示すブロック図。

【図 4】 提案されているトンネル内の無線信号の光ファイバ伝送装置を示すブロック図。

【図 1】

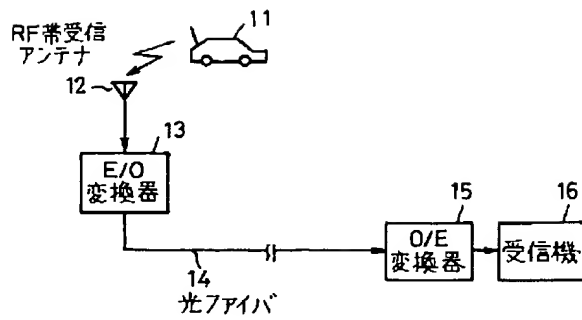


【図 2】



【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

